

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-146030

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl. G02B 26/10
 G02B 26/10
 B41J 2/44
 G02B 3/06
 G02B 13/00
 G02B 13/18

(21)Application number : 07-301727

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 20.11.1995

(72)Inventor : TAKADA KIYUU
 INOUE NOZOMI
 HAMA TAKASHI
 NOMURA YUJIRO

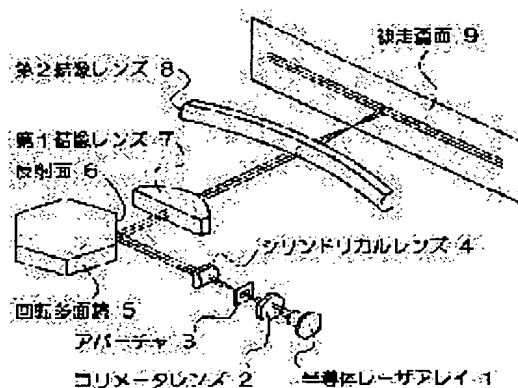
(54) OPTICAL SCANNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the positional deviation of scanning lines by curving a second image forming lens toward the end parts thereof in the longitudinal direction from the center thereof in the longitudinal direction so that it gets away from a surface to be scanned.

SOLUTION: Plural beams are emitted from a semiconductor laser array 1 and the images thereof are formed near the reflection surface 6 of a rotary polygon mirror 5 being a deflector in a sub-scanning direction. Besides, they are reflected on the reflection surface 6 and deflected in accordance with the rotation of the mirror 5. The deflected beams receive a converging action by a first image forming lens 7 and the second image forming lens 8 and form plural beam spots on the surface to be scanned 9. Then, the lens 8 is curved toward the end parts from the center in the longitudinal direction so as to be kept at a distance from the surface 9. Since optical

magnification in the sub-scanning direction between the reflection surface 6 and the surface 9 is uniformized in an effective scanning area, the plural scanning lines are made to be the straight lines without being curved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-146030

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 3		G 0 2 B 26/10	1 0 3 B
B 4 1 J 2/44			3/06	
G 0 2 B 3/06			13/00	
13/00			13/18	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-301727
(22) 出願日 平成7年(1995)11月20日

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(72) 発明者 高田 球
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(72) 発明者 井上 望
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(72) 発明者 ▲濱▼ 高志
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)
最終頁に続く

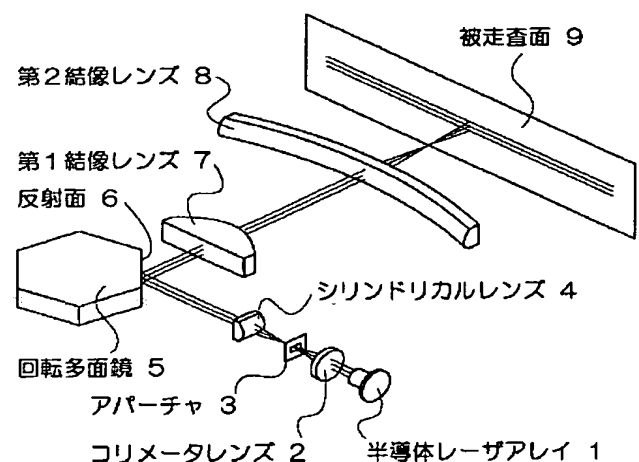
(54) 【発明の名称】 光走査装置

(57) 【要約】

【課題】 複数のビームで走査する光走査装置において、走査線の位置ずれを補正する。

【解決手段】 複数のビームを発生する半導体レーザアレイ1を有し、回転多面鏡5と被走査面9との間に配設された結像光学系が、第1結像レンズ7と第2結像レンズ8とにより構成され、第2結像レンズ8が、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面9から遠ざかるように湾曲している。

【効果】 複数の走査線が直線となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の発光部から複数の光ビームを発生する光源と、前記光ビームを偏向する偏向器と、前記偏向器により偏向された前記光ビームを被走査面上に結像する結像光学系とを有し、前記結像光学系は第1結像レンズと第2結像レンズとにより構成される光走査装置であって、

前記第2結像レンズは、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面から遠ざかるように湾曲していることを特徴とする光走査装置。

【請求項2】 前記第2結像レンズは、前記偏向器側の面が鞍形トーリック面であることを特徴とする請求項1記載の光走査装置。

【請求項3】 前記鞍形トーリック面の主走査断面は、非球面形状であることを特徴とする請求項2記載の光走査装置。

【請求項4】 前記第2結像レンズは、前記被走査面側の面が非円柱面であることを特徴とする請求項1乃至3記載の光走査装置。

【請求項5】 前記第2結像レンズは、主走査方向の屈折力が走査中心で負、走査端で正であることを特徴とする請求項1乃至4記載の光走査装置。

【請求項6】 前記第2結像レンズは、樹脂で形成されていることを特徴とする請求項1乃至5記載の光走査装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザビームプリンタ等に用いられ、複数のビームで被走査面を走査する光走査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、レーザビームプリンタ等には、複数のビームで被走査面を走査する光走査装置が用いられているが、複数のビームのうち、走査中心を走査するときに、結像光学系の光軸から副走査方向に離れた位置を通過するビーム、すなわち、結像光学系の光軸から副走査方向にオフセットした球欠面を走査するビームが、被走査面上に形成する走査線が湾曲してしまうという問題があった。

【0003】 この問題を解決するために、特開昭60-21031号公報のように、レーザ光源と回転多面鏡との間に超音波光偏向器を設ければ、ブラグ回折角を調整することにより走査線湾曲を補正することができる。

【0004】 あるいは、特開平2-54211号公報のように、発光部から被走査面までの間の光学系の横倍率の絶対値を2以下とすることにより、走査線湾曲を少なくすることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開昭60-21031号公報の超音波光偏向器は、高価、複

雑かつ大型であり、駆動回路も複雑であるという問題点を有する。

【0006】 また、特開平2-54211号公報によると、横倍率が2倍以下と極めて低いため、半導体レーザの光出力の大部分は、「けられ」により失われ、被走査面まで到達するのはごく一部となり、光出力に関する光学系の効率が非常に低い。そのため、半導体レーザの光出力では不十分となり、実用的ではないという問題点を有する。また、横倍率の縮小に比例して、走査線の湾曲量を少なくするだけであり、走査線湾曲を完全に補正することはできず、根本的に解決するものではない。

【0007】 そこで本発明はこのような問題点を解決するもので、走査線湾曲がなく光出力の利用効率が高い実用的な光走査装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の光走査装置は、複数の発光部から複数の光ビームを発生する光源と、光ビームを偏向する偏向器と、偏向器により偏向された光ビームを被走査面上に結像する結像光学系とを有し、結像光学系は第1結像レンズと第2結像レンズとにより構成される光走査装置であって、第2結像レンズは、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面から遠ざかるように湾曲していることを特徴とする。

【0009】 さらに、本発明の光走査装置は、上記の構成に加え、以下のいずれかの構成をとることを特徴とする。

【0010】 1) 第2結像レンズは、偏向器側の面が鞍形トーリック面である。

2) 鞍形トーリック面の主走査断面は、非球面形状である。

3) 第2結像レンズは、被走査面側の面が非円柱面である。

4) 第2結像レンズは、主走査方向の屈折力が走査中心で負、走査端で正である。

5) 第2結像レンズは、樹脂で形成されている。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下図面に基づき本発明を詳細に説明する。

【0012】 図1は本発明を実施する形態である光走査装置を示したものである。まず最初に、光学系の光軸上の任意の点において、その点での光軸と偏向器の回転軸とに垂直な方向を主走査方向と定義し、また、光軸と主走査方向とに垂直な方向を副走査方向と定義する。さらに光軸を含み主走査方向に平行な面を主走査断面、光軸を含み副走査方向に平行な面を副走査断面と定義する。

【0013】 光源である半導体レーザアレイ1より複数のビームが射出される。射出されたビームは発散しているビームであり、コリメータレンズ2によって平行なビームに変換される。平行なビームはアパーチャ3により絞り込まれる。絞り込まれたビームは、副走査方向にの

み屈折力を有するシリンдриカルレンズ4により、副走査方向にのみ集束作用を受ける。さらに、ビームは偏向器である回転多面鏡5の反射面6の近傍で、副走査方向において結像し、反射面6で反射され、なおかつ、回転多面鏡5の回転に伴って偏向される。偏向されたビームは第1結像レンズ7、第2結像レンズ8で集束作用を受け、被走査面9上に複数のビームスポットを形成する。

【0014】次に、結像光学系の構成と機能について説明する。図2(a)は結像光学系の主走査断面図、図2(b)は副走査断面図である。第1結像レンズ7は単レンズであり、主走査方向に正の屈折力を有し、副走査方向には屈折力を有さない。第2結像レンズ8も単レンズで、入射面、射出面ともに主走査断面は非球面形状となっており、主走査方向の屈折力は、走査中心で負、走査端で正となっているが、それらの屈折力はいずれも弱い。副走査方向には正の強い屈折力を有する。

【0015】第2結像レンズ8の入射面は、主走査断面の曲線を、回転軸10を中心に回転させることにより形成される面である。主走査断面は凹であり、回転軸10は第2結像レンズ8よりも被走査面9側にあるため、副走査断面は凸となる。このような形状の面を、鞍形トリック面と称する。第2結像レンズ8の射出面は、主走査断面が凸の非球面形状、副走査断面が直線であり、このような形状の面を非円柱面と称する。

【0016】ビーム11は、主走査方向では反射面6上で平行となっており、主に第1結像レンズ7の屈折力により被走査面9に結像する。一方、副走査方向では、ビーム11は反射面6上に結像しており、第2結像レンズ8の屈折力により被走査面9に結像する。副走査方向においては、反射面6と被走査面9とが光学的に共役関係となっており、回転多面鏡5の反射面6の面倒れを補正する機能を有している。

【0017】第2結像レンズ8は、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面9から遠ざかるように湾曲している。そのため、反射面6と被走査面9との間の副走査方向の光学倍率が、有効走査領域において均一となり、複数の走査線が湾曲せずに直線となる。このことについて次に説明する。

【0018】まず、比較のために、従来の光走査装置における結像光学系の主走査断面図を図3に示す。従来技術の第2結像レンズ108の形状は直線状である。図3には、光軸上を通過するビーム112と光軸外を通過するビーム113を示している。ビーム113は、第1結像レンズ107の正の屈折力を受けて屈折されるが、主走査方向の屈折力が小さい第2結像レンズ108ではほとんど屈折されない。光軸上のビーム112に沿って、反射面106から第1結像レンズ107までの距離をD、第1結像レンズ107から第2結像レンズ108までの距離をE、第2結像レンズ108から被走査面109までの距離をFとする。また、ビーム113に沿っ

て、反射面106から第1結像レンズ107までの距離をd、第1結像レンズ107から第2結像レンズ108までの距離をe、第2結像レンズ108から被走査面109までの距離をfとする。反射面106と被走査面109との間では、第2結像レンズ108のみが副走査方向の屈折力を有しているため、反射面106と被走査面109との間の副走査方向の光学倍率は、それぞれのビーム上における第2結像レンズ108の位置に依存する。すなわち、ビーム112に対する副走査方向の光学倍率は、 $F/(D+E)$ であり、ビーム113に対する副走査方向の光学倍率は、 $f/(d+e)$ である。

【0019】ここで、光軸外のビーム113は、第2結像レンズ108でほとんど屈折されないため、Eとeとの比と、Fとfとの比はほとんど同じである。ところが、第1結像レンズ107では、正の屈折力を受けて屈折されるため、Dとdの比はそれらよりも小さくなり、光軸外での光学倍率 $f/(d+e)$ は、光軸上での光学倍率 $F/(D+E)$ よりも小さくなる。このことから、副走査方向の光学倍率は、走査中心から走査端に向かって小さくなることがわかる。このような副走査方向の光学倍率の変動により、図4に示すように、複数のビームのうち、結像光学系の光軸を含む面を走査するビームにより、被走査面109に形成される走査線122は、直線となるが、走査中心を走査するときに、結像光学系の光軸から副走査方向に離れた位置を通過するビーム、すなわち、結像光学系の光軸から副走査方向にオフセットした球欠面を走査するビームにより形成される走査線123は湾曲してしまう。

【0020】図5は本形態の結像光学系の主走査断面を示した図である。第2結像レンズ8は、主走査方向の屈折力が小さいため、主走査方向に屈折力を持たないレンズとして模式的に描いてある。図5には光軸上を通過するビーム12と、光軸外を通過するビーム13をも示している。本形態では、第2結像レンズ8が、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面9から遠ざかるように湾曲している。そのため、光軸外のビーム13において、図3のような、第2結像レンズ108が湾曲していない場合に比べて、第1結像レンズ7から第2結像レンズ8までの距離eは短く、第2結像レンズ8から被走査面9までの距離fは長くなり、副走査方向の光学倍率 $f/(d+e)$ は大きくなる。このことを利用して、第2結像レンズ8の湾曲量を適当な値に設定すれば、反射面6と被走査面9との間の副走査方向の光学倍率を、有効走査領域において均一にすることができ、複数の走査線すべてを直線にすることができる。

【0021】結像光学系の収差補正の原理を、図2に基づいて説明する。主走査方向の像面湾曲は主に第1結像レンズ7で補正されている。fθ特性の補正は、第1結像レンズ7では不十分である。そこで、第2結像レンズ8の主走査方向の屈折力を、走査中心において負、走査

端において正とし、走査中心で走査速度を速く、走査端で走査速度を遅くするようにして、第2結像レンズ8でも $f\theta$ 特性を補正している。

【0022】副走査方向の像面湾曲は、第2結像レンズ8の入射面で補正している。先述したように、第2結像レンズ8の入射面は、主走査断面の曲線を、回転軸10を中心に回転させることにより形成される鞍形トーリック面であり、第2結像レンズ8が湾曲しているため、副走査方向の曲率半径は走査中心から走査端に向かって大きくなっており、副走査方向の焦点距離は走査中心から走査端に向かって長くなっている。一方、走査中心から走査端に向かうにつれて、第2結像レンズ8に入射するビームは斜めに入射することになり、ビームが正面から入射する場合に比べて、副走査方向の焦点距離は短くなる。また、走査中心から走査端に向かうにつれて、ビームと光軸とのなす角が大きくなり、ビームに沿った第2結像レンズ8と被走査面9との距離は長くなる。本形態では、第2結像レンズ8の入射面を鞍形トーリック面とすることにより、これらの三つの条件を互いに相殺し、副走査方向の像面湾曲を補正することができる。また、鞍形トーリック面の副走査方向の曲率半径は、主走査断面形状に依存するため、本形態のように、鞍形トーリック面の主走査断面を非球面形状とすることにより、副走査方向の曲率半径を有効走査領域で任意に設定することができ、副走査方向の像面湾曲を特に良好に補正することができる。

【0023】第2結像レンズ8の入射面で副走査方向の像面湾曲が補正されるので、射出面の副走査方向の屈折力は無くても構わない。そのため、本形態では、射出面の副走査断面を直線としている。ただし、主走査方向では、 $f\theta$ 特性を補正するため、主走査断面形状は非球面形状である。従って、射出面は非円柱面となっている。 $f\theta$ 特性を補正するためには、面の屈折力によって走査速度を変化させねばならず、本形態では、球面からの変位を示す非球面変位量を、鞍形トーリック面に比べて非円柱面でより大きくすることにより、良好な $f\theta$ 特性を実現している。

【0024】鞍形トーリック面は、曲線を回転軸10を中心に回転することにより形成される面であり、加工する際には、回転運動だけで加工することができるため、製造が容易である。また、非円柱面は、副走査断面が直線であるため、やはり加工および製造が容易である。

【0025】ただし、第2結像レンズ8の面の構成は、この限りではない。入射面や射出面を、球面、シリンドリカル面、トーリック面で構成しても構わなく、また、主走査方向と副走査方向の曲率半径がレンズの有効領域で任意に変化するような非球面でも構わない。各収差が補正されるようにそれらを組み合わせればよい。いずれにしても、第2結像レンズ8が、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面9から遠ざかるように湾

曲していれば、副走査方向の光学倍率が有効走査領域において均一となり、複数の走査線が直線となる効果を有する。

【0026】本形態において、第2結像レンズ8は樹脂で形成されている。非球面を有するレンズをガラスで製造すると、コストが高つくため実用的ではないが、樹脂で成型すると容易に大量生産をすることができ、コストも低くすることができる。

【0027】本形態では、第2結像レンズ8を湾曲させることにより、副走査方向の光学倍率を均一にすることと、副走査方向の像面湾曲を補正することを行なっている。ただし、副走査方向の光学倍率を完全に均一にするための、第2結像レンズ8の湾曲量と、副走査方向の像面湾曲を完全に補正するための、第2結像レンズ8の湾曲量とは、必ずしも一致しない。それらが一致しない場合には、走査線の位置ずれを重視するならば、光学倍率を均一にするように湾曲量を決めればよく、また、ビームスポットの形状や大きさの均一性を重視するならば、像面湾曲を補正するように湾曲量を決めればよい。なお、副走査方向の光学倍率を完全に均一にするため、あるいは、副走査方向の像面湾曲を完全に補正するための、第2結像レンズ8の湾曲量は、第1結像レンズ7や第2結像レンズ8の位置に依存する。

【0028】なお、本形態では、偏向器が回転多面鏡である場合について説明を行ってきたが、その他に、回転単面鏡、回転2面鏡、あるいは、回転軸を中心に正弦振動を行なうガルバノミラー等についても容易に実現可能であり、同様の効果が得られる。

【0029】また、本形態では、第1結像レンズが単レンズである場合について記したが、複数枚のレンズで構成しても、本発明の効果は同様に得られる。そのようにすれば、収差補正はさらに良好となる。

【0030】以上述べたように、本発明はレーザビームプリンタに用いると特に有効であるが、デジタル複写機、ファクシミリ、レーザ走査ディスプレイ等の画像形成装置や、スキャナ等の画像入力装置、あるいは光学マーク読み取り用レーザ走査装置、表面検査用レーザ走査装置等にも適用することができる。

【0031】

【実施例】本形態の代表的な実施例の光学諸元を表1に示す。ただし、1走査の走査開始から走査終了までの回転多面鏡の回転角を 2ω とする。半導体レーザアレイの発光点を S_1 、コリメータレンズの入射面、射出面をそれぞれ S_2 、 S_3 、シリンドリカルレンズの入射面、射出面をそれぞれ S_4 、 S_5 、回転多面鏡の反射面を S_6 、第1結像レンズの入射面、射出面をそれぞれ S_7 、 S_8 、第2結像レンズの入射面、射出面をそれぞれ S_9 、 S_{10} とする。各光学諸元の記号については、第 i 面 S_i の曲率半径を r_i 、第 i 面から次の面までの軸上面間隔を d_i とし、コリメータレンズ、シリンドリカルレンズ、第1結

像レンズ、第2結像レンズの屈折率をそれぞれ n_2 、 n_4 、 n_7 、 n_9 とする。また、アナモフィックなレンズ面では、副走査方向、主走査方向の曲率半径をそれぞれ r_{ix} 、 r_{iy} とし、非球面の曲率半径については、光軸上

の値を示す。

【0032】

【表1】

$2\omega = 31.7^\circ$			
面 S_i	曲率半径 r_i	面間隔 d_i	屈折率 n_i
S_1	∞	28.337	1.67410
S_2	∞	2.800	
S_3	-20.223	10.000	
S_4	r_{4x} 77.631	3.000	1.51078
	r_{4y} ∞		
S_5	∞	150.000	
S_6	∞	20.073	1.51078
S_7	r_{7x} ∞	6.857	
	r_{7y} -53.449		
S_8	r_{8x} ∞	178.070	1.48583
	r_{8y} -39.691		
S_9	r_{9x} 31.260	4.000	
	r_{9y} -833.433		
S_{10}	r_{10x} ∞	91.000	
	r_{10y} -3157.299		

【0033】第2結像レンズの主走査断面は非球面形状であり、

【0034】

【数1】

$$= \frac{y^2 / r_{iy}}{1 + \sqrt{1 - (K_i + 1) \left(y / r_{iy} \right)^2}} + A_i y^4$$

【0035】で表わす。ただし、座標は、レンズ面が光軸と交わる点を原点とし、光軸方向に z 軸、主走査方向に y 軸をとっている。 K_i 、 A_i は非球面係数である。これらの係数の値を表2に示す。

【0036】

【表2】

r_{9y}	-833.433
K_9	5.5431
A_9	5.2903E-9
r_{10y}	-3157.299
K_{10}	-181.53
A_{10}	-3.4414E-8

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、以下のような効果を有する。

【0038】まず、請求項1記載の発明によれば、第2結像レンズを、長手方向中心から長手方向端部に向かって、被走査面から遠ざかるように湾曲させることにより、実用的な構成で、副走査方向の光学倍率が有効走査領域において均一となり、複数の走査線が全て直線となり、走査線の位置ずれが生じないという効果を有する。

【0039】請求項2記載の発明によれば、第2結像レンズの偏向器側の面を、鞍形トーリック面とすることにより、副走査方向の像面湾曲が良好に補正されるという効果を有する。また、回転運動のみでの加工が可能となるため、レンズの製造が容易となるという効果をも有す

る。

【0040】請求項3記載の発明によれば、鞍形トーリック面の主走査断面を、非球面形状とすることにより、副走査方向の曲率半径を有効走査領域で任意に設定することができ、副走査方向の像面湾曲がさらに良好に補正されるという効果を有する。

【0041】請求項4記載の発明によれば、第2結像レンズの被走査面側の面を、非円柱面とすることにより、 $f\theta$ 特性が良好に補正されるという効果を有する。また、副走査断面が直線であるため、レンズの製造が容易となるという効果をも有する。

【0042】請求項5記載の発明によれば、第2結像レンズの主走査方向の屈折力を、走査中心で負、走査端で正とすることにより、 $f\theta$ 特性がさらに良好に補正されるという効果を有する。

【0043】請求項6記載の発明によれば、第2結像レンズを、樹脂で形成することにより、加工が容易で大量生産をすることができ、コストが低くなるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の斜視図。

【図2】本発明の実施の形態の結像光学系の断面図。

【図3】従来の光走査装置の結像光学系の主走査断面図。

【図4】従来の光走査装置の走査線の湾曲を示す図。

【図5】本発明の実施の形態の結像光学系の主走査断面図。

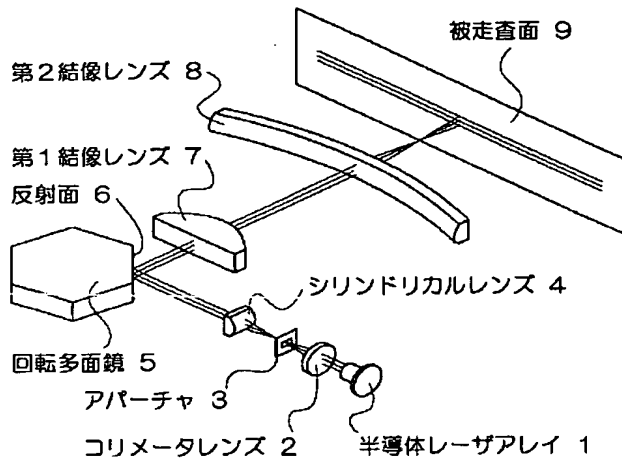
【符号の説明】

- 1 半導体レーザアレイ
- 2 コリメータレンズ
- 3 アパーチャ
- 4 シリンドリカルレンズ
- 5 回転多面鏡
- 6 反射面

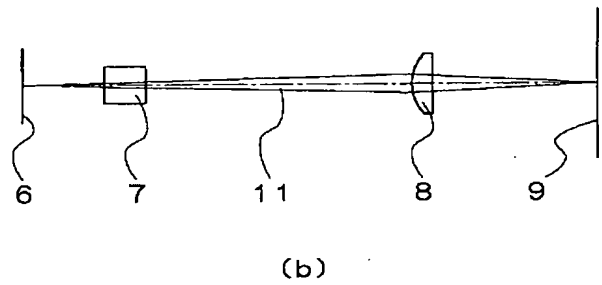
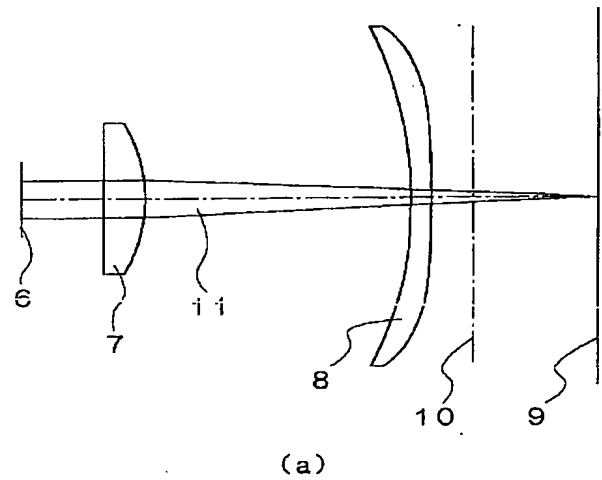
- 7 第1結像レンズ
8 第2結像レンズ

9 被走査面

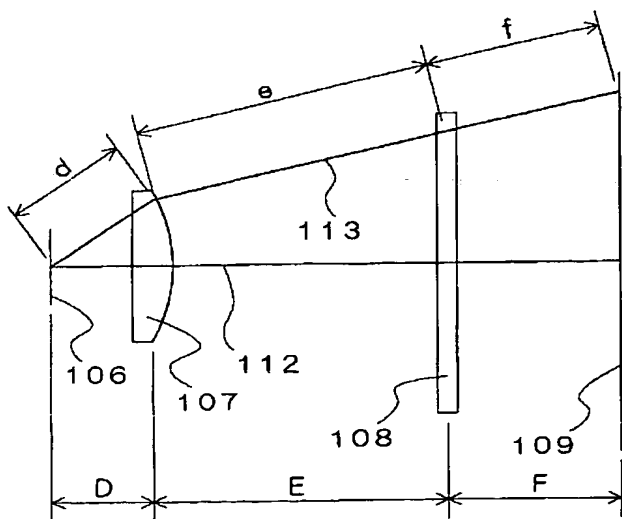
【図1】



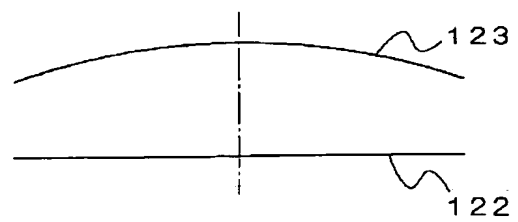
【図2】



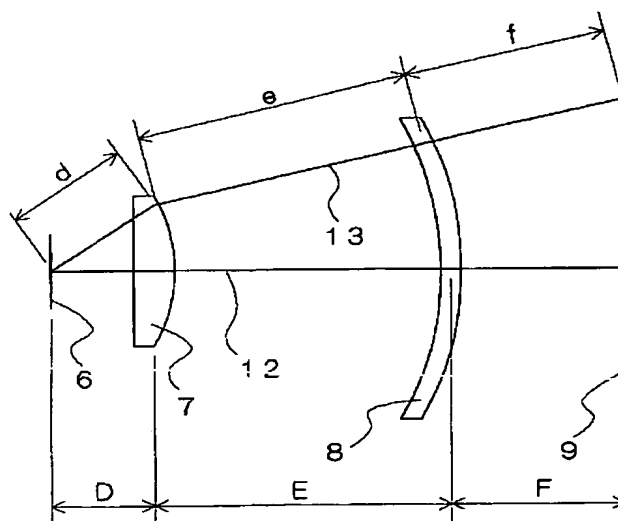
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 B 13/18

識別記号 庁内整理番号

F I
B 4 1 J 3/00

技術表示箇所

D

(72)発明者 野村 雄二郎
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内